

# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 102 34 029.3

**Anmeldetag:** 26. Juli 2002

**Anmelder/Inhaber:** Rheinmetall W & M GmbH, Unterlüß/DE

**Bezeichnung:** Vorrichtung zur abschnittsweisen Autofrettage  
von Rohren

**IPC:** B 21 D 26/02

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 5. Mai 2003  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag



Zitzenzier

### **Vorrichtung zur abschnittsweisen Autofrettage von Rohren**

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur abschnittsweisen Autofrettage von Rohren, insbesondere Waffenrohren, mittels eines im Rohrinneeren erzeugten hydraulischen Innendruckes.

Waffenrohre werden beim Schuß durch sehr hohe Gasdrücke belastet, die eine Aufweitung des Waffenrohres und damit eine Dehnung der Rohrinnefläche bewirken. Zur Erhöhung der Widerstandsfähigkeit gegen die Rohrdehnung beim Schuß ist es bekannt, das entsprechende Waffenrohr einer Autofrettage zu unterziehen. Dabei wird durch Druckbeaufschlagung der inneren Oberfläche des Waffenrohres die Elastizitätsgrenze der Festigkeit der inneren Schichten überschritten, so daß eine bleibende Deformation durch Dehnung dieser Schichten hervorgerufen wird, die sich an die äußeren Schichten andrücken. Die bleibende Deformation erfährt beim Schießen dann keine weiteren Veränderungen mehr, da der während des Autofrettageverfahrens erzielte hohe Druck nicht wieder erreicht wird.

Aus der DE-PS 1 124 987 ist ein Verfahren zur Autofrettage von Waffenrohren bekannt, bei dem im Rohrinneeren ein hydraulischer Innendruck erzeugt wird, der mit zunehmender Entfernung vom ladungsseitigen Rohrende ständig abnimmt und somit den Druckverlauf der Treibladungsgase beim Schuß im Waffenrohr berücksichtigt. Hierzu wird der zwischen der Innenwand des Waffenrohres und einem dornenförmigen Metalleinsatz bestehende Ringspalt kontinuierlich von einer unter hohem Druck stehenden hochviskosen Flüssigkeit durchflossen, wobei durch die Weite des Ringspaltes die örtliche Druckbelastung eingestellt wird.

Aus der DE-PS 1 124 987 ist ferner bekannt, daß eine abschnittsweise Autofrettage bisher nicht in befriedigender Weise durchgeführt werden konnte, weil die hierzu erforderlichen Abdichteinrichtungen zwischen den verschiedenen Längenabschnitten nicht zur Verfügung standen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung der eingangs erwähnten Art zur Durchführung einer abschnittweisen Autofrettage anzugeben.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst. Weitere, besonders vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung offenbaren die Unteransprüche.

Die Erfindung beruht im wesentlichen auf dem Gedanken, an dem Ende des dornenförmigen Metalleinsatzes eine erste Abdichteinrichtung anzuordnen, die ein auf einem Dichtsitz des Einsatzes angeordnetes Dichtpaket aufweist, wobei der Dichtsitz vorderseitig durch eine Haltevorrichtung begrenzt ist, die eine auf den Einsatz aufschraubbare Gewindehülse und ein sich an die Gewindehülse eckseitig anschließendes ringförmiges Zwischenteil umfaßt. Das Dichtpaket umfaßt mindestens einen durch eine Schulter des dornenförmigen Metalleinsatzes gehaltenen O-Ring, einen Lederring, einen Stützring und eine aus zwei Teilringen bestehende Hochdruckdichtung, wobei die Teilringe konische Berührungsflächen besitzen, derart, daß bei Druckbeaufschlagung der Hochdruckdichtung einer der beiden Teilringe über die konische Berührungsfläche nach außen gegen die Innenwand des Rohres und einer der beiden Teilringe über die konische Berührungsfläche nach innen gegen den Metalleinsatz gepreßt wird, was eine Abdichtung bei extrem hohen Drücken bewirkt.

Als besonders vorteilhaft hat es sich erwiesen, wenn das Dichtpaket einen durch die Schulter des Einsatzes gehaltenen elastischen O-Ring und einen sich an dem O-Ring und dem Stützring abstützenden, aus Leder bestehenden Ring umfaßt. In diesem Fall übernimmt der vorzugsweise aus Gummi bestehende O-Ring die Abdichtung im unteren Druckbereich. Der z.B. aus handelsüblichen Rindsleder bestehende Lederring verhindert hingegen ein Extrudieren des O-Ringes bei höheren Drücken in den Spalt des nachfolgen-

den Stützringes. Die aus den beiden Teilringen bestehende Hochdruckdichtung übernimmt dann im wesentlichen nur die Abdichtung bei hohen Drücken.

Als zweckmäßig hat es sich erwiesen, wenn in die Gewindehülse der Haltevorrichtung auf der dem Dichtpaket abgewandten Seite ein Schraubbolzen eingesetzt ist, wobei das Gewinde der Gewindehülse in diesem Bereich entgegengesetzt gerichtet ist zu dem restlichen Gewinde, so daß durch Drehung des Gewindebolzens die Gewindehülse vom Dichtpaket weg drehbar ist. Dadurch kann bei einem Verklemmen des Dichtpaketes dieses von dem Rohrausgang (z.B. der Mündung des Waffenrohres) aus wieder auf einfache Weise gelöst werden.

Um auch längere dornenförmige Metalleinsätze problemlos in das jeweilige Rohr einführen zu können, hat es sich ferner als vorteilhaft erwiesen, wenn der dornenförmige Metalleinsatz mit voneinander beabstandeten ringförmigen, sich von der Oberfläche in das Innere des Einsatzes erstreckenden Vertiefungen versehen ist. Dadurch kann der Einsatz dem Verlauf des Waffenrohres bei seinem Einschieben problemlos folgen.

Weitere Einzelheiten und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus den folgenden anhand von Figuren erläuterten Ausführungsbeispielen. Es zeigen:

Fig.1 den Längsschnitt des vorderen Bereiches einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Autofrettage eines Waffenrohres mit einer Abdichteinrichtung;

Fig.2 bis 4 ein Waffenrohr, bei dem drei Abschnitte nacheinander mit unterschiedlichen erfindungsgemäßen Vorrichtungen autofrettet werden.

In Fig.1 ist mit 1 eine erfindungsgemäße Vorrichtung bezeichnet, die einen dornenförmigen Metalleinsatz 2 umfaßt, welcher mit einer ersten Abdichteinrichtung 3 für den Kaliberbereich eines Waffenrohres verbunden ist.

Die erste Abdichteinrichtung 3 weist einen auf einem Dichtsitz 4 am Metalleinsatz 2 angeordnetes Dichtpaket 5 auf, wobei der Dichtsitz 4 vorderseitig durch eine Haltevorrichtung

6 begrenzt ist, die eine auf den Metalleinsatz 2 aufschraubbare Gewindehülse 7 und ein sich an die Gewindehülse 7 heckseitig anschließendes ringförmiges Zwischenteil 8 umfaßt.

Das Dichtpaket 5 umfaßt einen durch eine Schulter 9 des Metalleinsatzes 2 gehaltenen O-Ring 10 aus Gummi, einen sich daran anschließenden Lederring 11, einen Stützring 12 und einer aus zwei Teilringen 13, 14 bestehenden Hochdruckdichtung 15 mit konischen Berührungsflächen 16. Dabei bestehen der Stützring 12 und die beiden Teilringe 13, 14 aus Stahl.

Bei einem Druckaufbau in dem entsprechenden Abschnitt des Waffenrohres wird von der Druckseite 100 her zunächst der O-Ring 10 beaufschlagt und übernimmt die Abdichtung im unteren Druckbereich. Bei Erhöhung des Druckes verhindert dann der Lederring 11 ein Extrudieren des O-Ringes 10 in den zwischen dem Stützring 12 und der inneren Oberfläche des Waffenrohres vorhandenen Spalt. Außerdem drückt der Stützring 12 auf den ersten Teilring 13, der bei Zunahme des Druckes über die konische Berührungsfläche 16 auf den zweiten Teilring 14 aufgeschoben wird. Dadurch wird eine radiale Aufweitung und eine Verpressung dieses Teilringes 13 gegen die Rohrrinnenwand und eine radiale Zusammenrückung und eine Verpressung des Teilringes 14 gegen den Metalleinsatz 2 und damit eine Abdichtung gegen extreme hohe Drücke bewirkt.

Zum Aufschrauben der Gewindehülse 7 der Haltevorrichtung 6 auf das entsprechende Gewinde 17 der Vorrichtung 1 sind Bohrungen 18 vorgesehen, durch welche ein knebelartiger Stift (nicht dargestellt) steckbar ist, der dann zum Einstellen des ersten Dichtpaketes 5 manuell gedreht wird.

Außerdem ist in die Gewindehülse 7 auf der dem Dichtpaket 5 abgewandten Seite ein Schraubbolzen 19 eingesetzt, wobei die Gewindehülse 7 in diesem Bereich ein Gewinde 20 aufweist, welches entgegengesetzt gerichtet ist zu dem Gewinde 21, welches in das Gewinde 17 der Vorrichtung 1 eingreift, so daß durch Drehung des Schraubbolzens 19 die Gewindehülse 7 vom Dichtpaket 5 weg drehbar ist. Dadurch kann bei einem Verklemmen des Dichtpaketes 5 dieser von der Mündung des Waffenrohres aus wieder auf einfache Weise gelöst werden.

In den Fig.2-4 ist mit 22 ein Waffenrohr eines Panzers bezeichnet, welches entsprechend der Gasdruckbelastung beim Schuß einen sich stufenförmig verringernden Außendurchmesser entlang des Waffenrohres besitzt.

Zur optimalen Materialausnutzung wird das Waffenrohr 22 über eine variable Länge hydraulisch autofrettiert, wobei es hier im Beispiel in drei unterschiedlich zu autofrettierende Rohrbereiche 23-25 unterteilt ist (Fig.2-4). Dabei sind die Autofrettierdrücke  $p_1$ ,  $p_2$  und  $p_3$  für die einzelnen Rohrbereiche 23-25 entsprechend den Abmessungen des Waffenrohres 22 so festzulegen, daß gilt  $p_1 > p_2 > p_3$ . Zur Durchführung der Autofrettage befindet sich das Waffenrohr in einer nur schematisch angedeuteten Rohraufnahmeeinrichtung 32. Eine Unterteilung in mehr oder weniger Autofrettageabschnitte ist denkbar.

Die Autofrettage der Rohrbereiche 23-25 erfolgt nacheinander. Hierzu wird für jeden einzelnen Autofrettageabschnitt eine separate erfindungsgemäße Vorrichtung 1, 1' und 1'' benötigt. Diese besteht jeweils aus einem in einer Aufnahmeeinrichtung 26 befindlichen Metalleinsatz 2, 2' und 2'' mit jeweils einer im Kaliberbereich 27 des Waffenrohres 22 anzuordnenden ersten Abdichteinrichtung 3 und einer entsprechend aufgebauten, im Ladungsraumbereich 28 des Waffenrohres 22 anzuordnenden zweiten Abdichteinrichtung 29.

Um möglichst wenig Ölvolumen zu benötigen, weisen die Metalleinsätze 2, 2' und 2'' einen Außendurchmesser auf, welcher dem Innendurchmesser des Waffenrohres 22 nahe kommt. Im Ladungsraumbereich wird überdies ein zusätzliches Füllstück 30 hierfür eingesetzt.

Die Ölzufuhr erfolgt von der jeweiligen Vorrichtung 1, 1' und 1'' aufnehmenden Aufnahmeeinrichtung 26 her über Bohrungen 31 im Metalleinsatz 2, 2' und 2''

Wie aus Fig.2 entnehmbar, wird zunächst die Vorrichtung 1 in das Waffenrohr 22 eingebracht, an die Ölzufuhr angeschlossen und dann das Waffenrohr 22 in diesem Rohrbereich mit dem Druck  $p_1$  belastet.

Nach Beendigung der Autofrettage in dem Rohrbereich 23 wird die Vorrichtung 1 dem Waffenrohr 22 entnommen und nachfolgend die Vorrichtung 1' in den Rohrbereich 24 eingebracht (Fig.3). Nun wird in diesem Rohrbereich Öl eingebracht, das Waffenrohr 22 mit einem Druck  $p_2$  belastet und die Vorrichtung 1' dem Waffenrohr 22 wieder entnommen.

Anschließend erfolgt dann die Autofrettage in dem Rohrbereich 25 (Fig.4) durch Einbringen der Vorrichtung 1'' in das Waffenrohr 22 und entsprechender Druckbeaufschlagung des Waffenrohres 22 mit einem Öldruck  $p_3$ .

Wie den Fig.2-4 überdies zu entnehmen ist, weisen die dornenförmigen Metalleinsätze 2, 2' und 2'' voneinander beabstandete ringförmige, sich von der Oberfläche in das Innere der Metalleinsätze 2, 2' und 2'' erstreckende Vertiefungen 33 auf, um die Metalleinsätze 2, 2', 2'' problemlos in das Waffenrohr 22 einführen zu können.

### Bezugszeichenliste

1,1',1''	Vorrichtung
2,2',2''	Metalleinsatz, Einsatz
3	erste Abdichteinrichtung
4	Dichtsitz
5	Dichtpaket
6	Haltevorrichtung
7	Gewindehülse
8	Zwischenteil
9	Schulter
10	O-Ring
11	Lederring
12	Stützring
13	erste Teilring
14	zweite Teilring
15	Hochdruckdichtung
16	Berührungsfläche
17	Gewinde
18	Bohrung
19	Schraubbolzen
20	Gewinde
21	Gewinde
22	Rohr, Waffenrohr
23-25	Rohrbereiche
26	Aunahmeeinrichtung
27	Kaliberbereich
28	Ladungsraumbereich
29	zweite Abdichteinrichtung



30	Füllstück
31	Bohrung
32	Rohraufnahmeeinrichtung
33	Vertiefungen
100	Druckseite

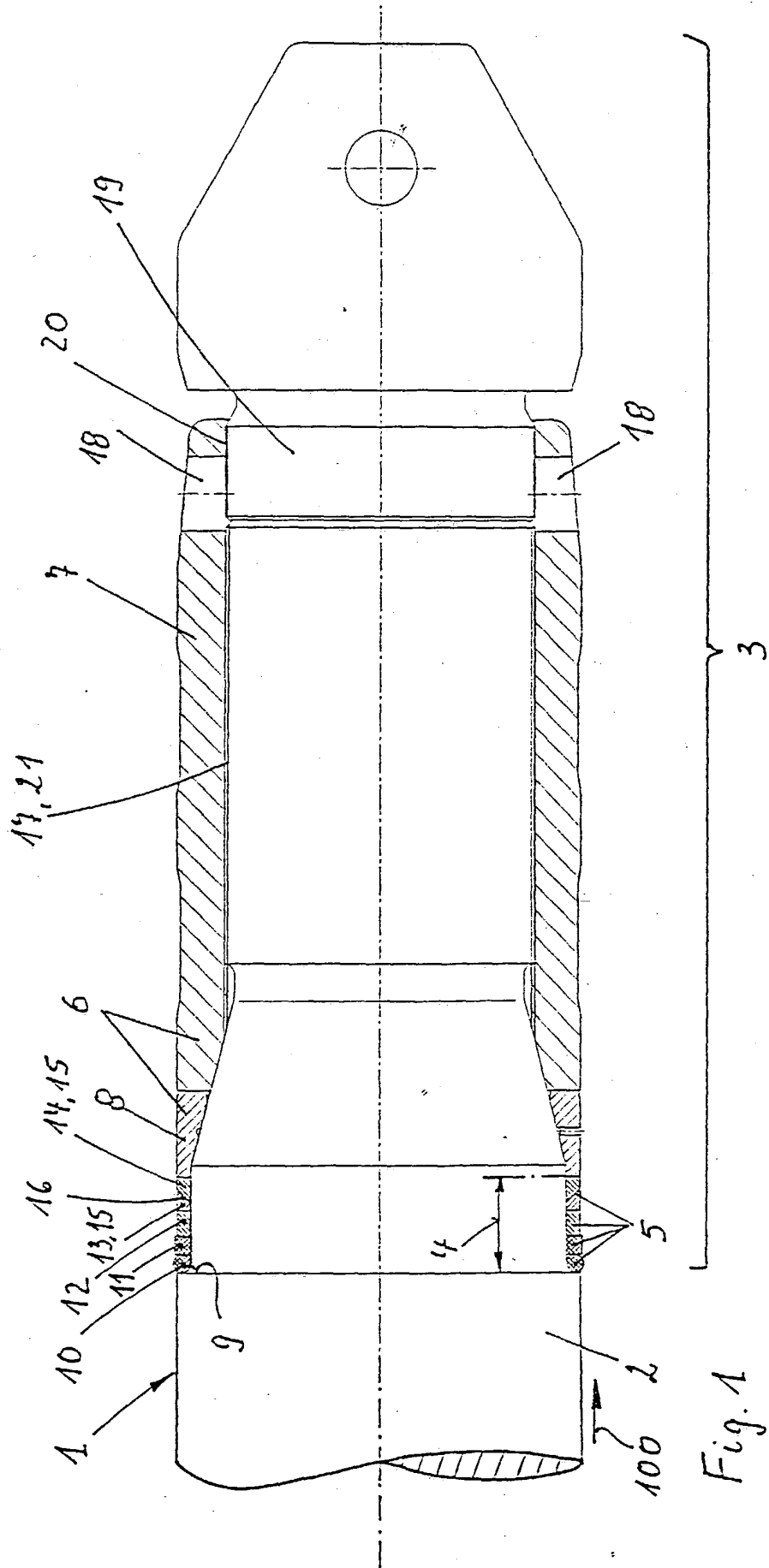
### Ansprüche

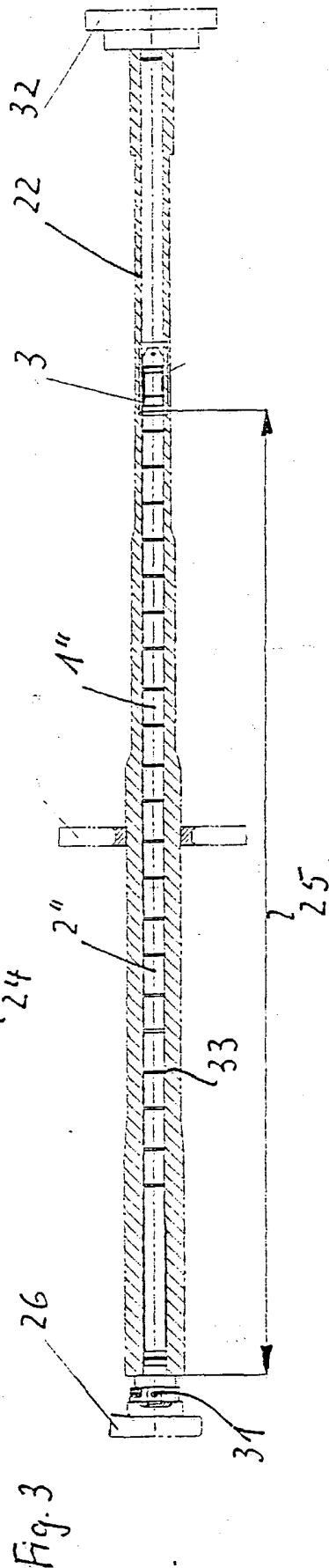
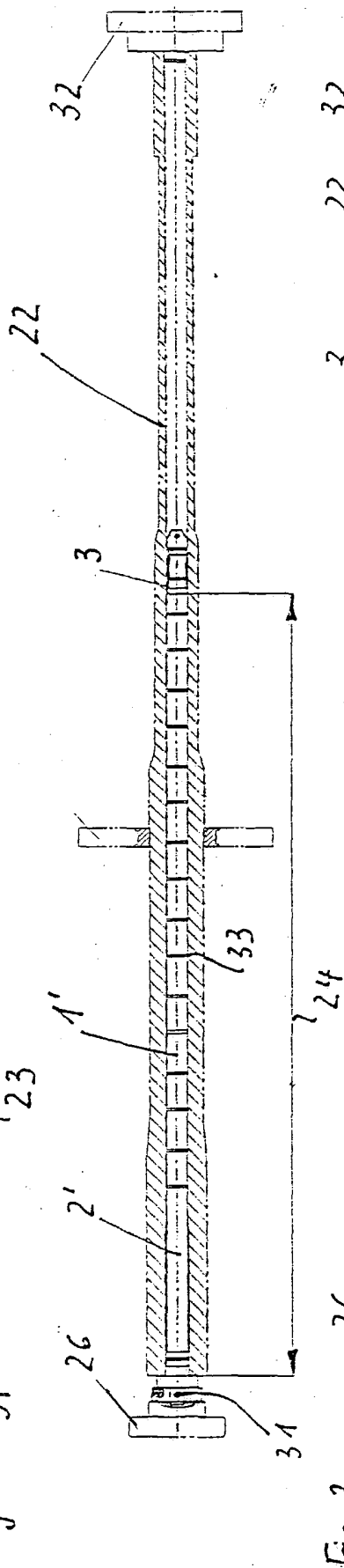
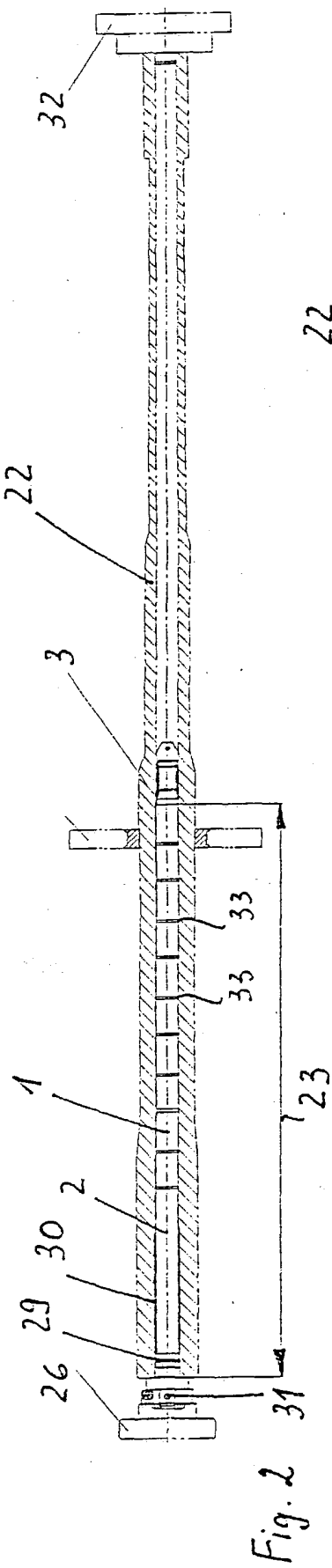
1. Vorrichtung zur abschnittsweisen Autofrettage von Rohren (22), insbesondere Waffenrohren, mittels eines im Rohrrinneren erzeugten hydraulischen Innendruckes, mit den Merkmalen:
  - a) die Vorrichtung (1, 1', 1'') umfaßt einen in das Rohr (22) vom Rohreingang aus einschiebbaren dornenförmigen Einsatz (2, 2', 2''), welcher mit einer ersten Abdichteinrichtung (3) verbunden ist;
  - b) die erste Abdichteinrichtung (3) weist einen auf einem Dichtsitz (4) des Einsatzes (2, 2', 2'') angeordnetes Dichtpaket (5) auf, wobei der Dichtsitz (4) vorderseitig durch eine Haltevorrichtung (6) begrenzt ist, die eine auf den Einsatz (2, 2', 2'') aufschraubbare Gewindehülse (7) und ein sich an die Gewindehülse (7) heckseitig anschließendes ringförmiges Zwischenteil (8) umfaßt;
  - c) das Dichtpaket (5) umfaßt mindestens einen durch eine Schulter (9) des Einsatzes (2, 2', 2'') gehaltenen O-Ring (10), einen Lederring (11), einen Stützring (12) und einer aus zwei Teilringen (13, 14) bestehenden Hochdruckdichtung (15), wobei die Teilringe (13, 14) über eine konische Berührungsfläche (16) miteinander verbunden sind, derart, daß bei Druckbeaufschlagung der Hochdruckdichtung (15) einer der beiden Teilringe (13, 14) über die konische Berührungsfläche (16) nach außen gegen die Innenwand des Waffenrohres (22) und einer der beiden Teilringe (13, 14) über die konische Berührungsfläche (16) nach innen gegen den Metalleinsatz (2) gedrückt wird.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß der O-Ring (10) des Dichtpaketes (5) elastisch ist und durch die Schulter (9) des Einsatzes (2, 2', 2'')

gehalten ist und der Lederring (11) sich an dem O-Ring (10) und dem Stützring (12) abstützt.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß in die Gewindehülse (7) der Haltevorrichtung (6) auf der dem Dichtpaket (5) abgewandten Seite ein Schraubbolzen (19) eingesetzt ist, wobei das Gewinde (20) der Gewindehülse (7) in diesem Bereich entgegengesetzt gerichtet ist zu dem restlichen Gewinde (21), so daß durch Drehung des Schraubbolzens (19) die Gewindehülse (7) vom Dichtpaket (5) weg drehbar ist.
4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß der O-Ring (10) aus Gummi besteht.
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß die beiden Teilringe (13, 14) der Hochdruckdichtung (15) aus Stahl bestehen.
6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Lederring (11) aus Rindsleder besteht.
7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß der dornenförmige Einsatz (2, 2', 2'') auf seiner dem Rohreingang des Rohres (22) zugewandten Seite mit einer zweiten Abdichteinrichtung (29) verbunden ist, deren Aufbau der ersten Abdichteinrichtung (3) im wesentlichen entspricht.
8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß der dornenförmige Einsatz (2, 2', 2'') mit voneinander beabstandeten ringförmigen, sich von der Oberfläche in das Innere des Einsatzes (2, 2', 2'') erstreckenden Vertiefungen (33) versehen ist.

1/2





## ZUSAMMENFASSUNG

( Fig. 1 )

### Vorrichtung zur abschnittsweisen Autofrettage von Rohren

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur abschnittsweisen Autofrettage von Rohren (22), insbesondere Waffenrohren, mittels eines im Rohrinernen erzeugten hydraulischen Innendruckes, wobei die Vorrichtung (1, 1', 1'') einen in das Rohr (22) vom Rohreingang aus einschiebbaren dornenförmigen Einsatz (2, 2', 2'') umfaßt.

Um auf einfache Weise eine abschnittsweise Autofrettage durchführen zu können, schlägt die Erfindung vor, daß an dem Ende des dornenförmigen Einsatzes (2, 2', 2'') eine erste Abdichteinrichtung (3) angeordnet ist, die ein auf einem Dichtsitz (4) des Einsatzes (2, 2', 2'') angeordnetes Dichtpaket (5) aufweist, wobei der Dichtsitz (4) vorderseitig durch eine Haltevorrichtung (6) begrenzt ist, die eine auf den Einsatz (2, 2', 2'') aufschraubbare Gewindehülse (7) und ein sich an die Gewindehülse (7) heckseitig anschließendes ringförmiges Zwischenteil (8) umfaßt. Das Dichtpaket (5) umfaßt mindestens einen durch eine Schulter (9) des dornenförmigen Einsatzes (2, 2', 2'') gehaltenen O-Ring (10), einen Lederring (11), einen Stützring (12) und einer aus zwei Teilringen (13, 14) bestehenden Hochdruckdichtung (15), wobei die Teilringe (13, 14) über eine konische Berührungsfläche (16) miteinander verbunden sind, derart, daß bei Druckbeaufschlagung der Hochdruckdichtung (15) einer der beiden Teilringe (13, 14) über die konische Berührungsfläche (16) nach außen gegen die Innenwand des Rohres (22) und einer der beiden Teilringe (13, 14) über die konische Berührungsfläche (16) nach innen gegen den Einsatz (2, 2', 2'') gepreßt wird.

1/2

